

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou prací včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

Byl jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).

Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě 20.4.2010

.....
Podpis studenta

Poděkování

Chtěl bych poděkovat všem, kteří mi během vytváření mé bakalářské práce, jakýmkoliv způsobem pomohli. Zvláštní poděkování patří mým rodičům a celé mé rodině, kteří mě v době mého studia vytrvale podporovali. Poděkování patří vedoucímu bakalářské práce Ing. Miroslavu Novosadovi za jeho odbornou pomoc a dále Ing. Lence Fojtíkové za poskytnuté podklady a celé SPŠ stavební za možnost zaměřeného tohoto objektu.

ANOTACE

Předmětem této bakalářské práce bylo vyhotovení polohopisného a výškopisného zaměření budovy střední průmyslové školy stavební v Ostravě-Zábřehu. Úkolem práce bylo co nejpřesnější vystižení dané situace. Měřeno bylo pomocí elektronického tachymetru a geodetická metoda použita pro měření byla tachymetrie.

Klíčová slova: polohopis, výškopis, tachymetrie

ANOTATION

The subject of this bachelor's essay was execution the planimetric and vertical survey of the secondary technical school of construction in Ostrava-Zábřeh. The mission work was the most accurate capturing of the situation. Was measured using an electronic tachymeters and survey method used for measuring the tacheometry.

Keywords: planimetry, hypsometry, tacheometry.

OBSAH

1 ÚVOD.....	10
2 DEFINICE GEODÉZIE.....	11
2.1 Tvar a rozměr zemského tělesa.....	11
3 SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK.....	13
4 VÝŠKOVÉ SYSTÉMY.....	14
4.1 Historie výškopisných základů.....	14
4.2 Výškový systém Bpv.....	14
4.3 Základní pojmy výškopisu.....	15
5 ZAMĚŘOVANÉ ÚZEMÍ.....	16
5.1 O obci.....	16
5.2 Zájmová oblast.....	17
6 TERENNÍ PRÁCE.....	19
6.1 Rekognoskace terénu.....	19
6.2 Stabilizace polygonových bodů.....	19
6.3 Příprava stroje na stanovisku.....	19
6.4 Měření stanovisek a podrobných bodů.....	20
6.5 Polní náčrt.....	20
7 MĚŘICKÉ METODY– POLOHOPIS.....	20
7.1 Polohopis.....	20
7.1.1 Měření v řadách a skupinách.....	20
7.1.2 Polární metoda.....	21
7.1.3 Polygonové pořady.....	22
7.1.3.1 Rozdělení polygonových pořadů.....	22
7.1.3.2 Uzavřený polygonový pořad.....	22
7.2 Výškopis.....	25
7.2.1 Geometrická nivelace.....	25
7.2.1.1 Geometrická nivelace ze středu.....	25
7.2.2 Trigonometrické určení výšky.....	26
7.3 Polohopis i výškopis.....	27
7.3.1 Tachymetrie.....	27
7.3.1.1 Rozdělení tachymetrie.....	27
7.3.1.2 Tachymetrie s použitím elektronického tachymetru.....	27

8 VLASTNÍ VÝPOČTY.....	28
8.1 Uzavřený polygon.....	28
8.2 Výpočet nivelace.....	31
9 POUŽITÉ PŘÍSTROJE.....	33
9.1 Elektronický tachymetr Leica TCR 307.....	33
9.2 Niveláčnický přístroj NI 025.....	34
10 ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT.....	35
10.1 Export dat.....	35
10.2 Zpracování dat v geodetických programech.....	35
11 ZÁVĚR.....	36
POUŽITÉ ZDROJE.....	37
SEZNAM OBRÁZKU.....	38
SEZNAM TABULEK.....	39
SEZNAM PŘÍLOH.....	39

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

VŠB-TUO	Vysoká škola Báňská – Technická univerzita Ostrava
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
Bpv	Balt po vyrovnání
SPŠ	Střední průmyslová škola
K.ú	Katastrální území
ČSJNS	Česká státní jednotná nivelační síť

1 ÚVOD

Cílem této bakalářské práce bylo pomocí vhodné metody zobrazit stávající stav budovy SPŠ stavení v Ostravě Zábřehu. První školy se zaměřením na stavitelství vznikají v Ostravě-Vítkovicích pod vedením pana Ericha Roše. V dalších letech se stavitelské obory rozšiřují a v roce 1951 vzniká v Ostravě-Přívoze Vyšší průmyslová škola pod vedením pana Josefa Bárta. Dnes už sídlí SPŠ stavební v moderně rekonstruovaných prostorech v Ostravě-Zábřehu. Budova a její okolí již v minulosti několikrát změnili svou tvář. V posledních letech to bylo především přistavením nového parkoviště před hlavním vchodem budovy nebo např. vystavěním sportovního hřiště sloužícího pro studenty SPŠ stavební. Budova se nachází v k.ú. Zábřeh nad Odrou na ulici Středoškolská. Výpočty měření probíhaly v souřadnicovém systému S-JTSK a ve výškovém systému Bpv.

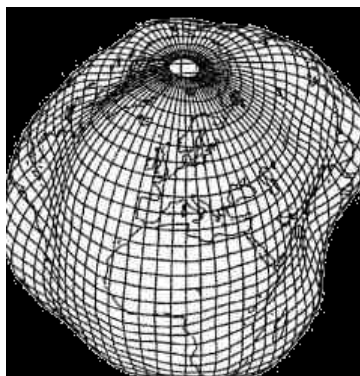
Měřické práce byly rozděleny na několik samostatných částí, které na sebe postupně navazovaly. První část můžeme nazvat fází přípravnou, kdy bylo třeba rekognoskovat terén pro správné vyhodnocení situace. V druhé fázi po rekognoskaci terénu následovalo vytvoření polohového bodového pole a výškového bodového pole. V třetí fázi následovalo samotné zaměření objektu, které obsahovalo i zaměření přilehlých cest. Poslední čtvrtá fáze měla za úkol naměřené hodnoty zpracovat.

2 DEFINICE GEODÉZIE

Geodézie je vědní obor zabývající se měřením, výpočty a zobrazením Země. Původ slova geodézie je z řeckého geo=země a daisia=měření. Geodézii dělíme na vyšší a nižší. Vyšší geodézie se zabývá zkoumáním geometrických a fyzikálních vlastností zemského tělesa, zkoumáním jeho postavením ve vesmíru apod. Nižší geodézie se zabývá vyměřováním menších částí zemského povrchu, tedy povrchu, který ještě můžeme považovat za rovinu. Nepřihlíží se tedy k zakřivení země.

2.1 Tvar a rozměr zemského tělesa

Země je fyzikální těleso, které je tvořeno nepravidelným tvarem a pro různé řešení úloh související s měřením na zemském povrchu je proto nevhodné. Proto je třeba zemi nahradit jinými různě definovanými matematickými plochami. Při zanedbání topografického povrchu, můžeme Zemi nahradit plochou zvanou geoid. Geoidu říkáme také nulová hladinová plocha, která je všude kolmá na směr zemské tíže. Geoid je však nepravidelná plocha a pro výpočty geodetických úloh složitá a nevhodná. Pro účely mapování se tyto plochy nahrazují tzv. referenčními plochami, kterými jsou referenční elipsoid, referenční koule a referenční rovina.



Obr. č. 1: Geoid

Referenční elipsoid neboli sféroid je rotační těleso na polech zploštělé. Je tvořen hlavní poloosou- a a vedlejší poloosou- b , i =zploštění

$$i = \frac{a - b}{a}$$

V běžném sektoru se u nás využívá Besselův elipsoid-1841, ve vojenském sektoru Krasovskij elipsoid-1940. Za mezinárodní elipsoid byl přijat roku 1924 elipsoid Hayfordův. Pro metodu GPS je použit elipsoid WGS-84.

Tabulka č. 1: Parametry vybraných elipsoidů

	Bessel	Hayford	Krasovski	WGS-84
a(m)	6377397.155	6378388	6378160	6378137
b(m)	6356078.963	6356911.946	6356774.516	6356752.314
i	1/299.153	1/297	1/298.247	1/298.257
rok	1841	1909	1940	1984

Referenční koule se vyznačuje stálou křivostí a je určena poloměrem R . Nahrazením referenční koule místo elipsoidu se nám značně zjednoduší výpočty. Referenční kouli můžeme nahradit pro část elipsoidu nebo pro celý elipsoid. Nahrazením části elipsoidu kouli se používá pro území o poloměru do 200 km. Určujeme střední poloměr křivosti $R_m = (R \cdot M)$. M je meridiánový poloměr křivosti a N střední poloměr křivosti. Poloměr se počítá ke středu území, kde se koule dotýká elipsoidu.

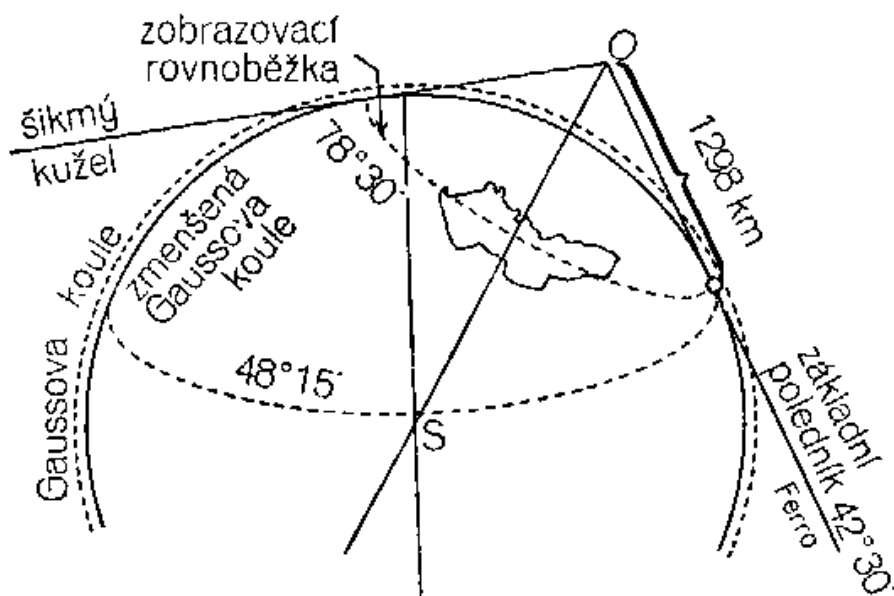
Tabulka č.2: Střední poloměr křivosti elipsoidu

	Bessel	Hayford	Krasovski	WGS-84
R_m (m)	6380703.611	6381718.731	6391561.267	6381453.683

Nahrazením celého elipsoidu kouli je možné určit několika způsoby. Tak aby koule měla stejný objem jako elipsoid, stejný obsah, aby délky kvadrantů byly stejné nebo aby poloměr koule se rovnal aritmetickému průměru poloos elipsoidu. Kouli můžeme nahradit tělesem, které rozvineme do roviny (válec, kužel, rovina). Za rovinu můžeme uvažovat území do průměru 20km.

3 SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

Souřadnicové systémy nám slouží k určení polohy bodů na zemském povrchu pomocí souřadnic. Souřadný systém JTSK je navržen Besselovým elipsoidem s referenčním bodem Hermannskogel. Bylo využito Křovákova zobrazení (dvojitě konformní kuželové zobrazení v obecné poloze). Dvojitě proto, že body se nejprve zobrazí z Besselova elipsoidu na Gaussovu kouli. Byla zvolena základní rovnoběžka $49^{\circ}30'$. Později se Gaussova koule zobrazila na kužel, který se nacházel v obecné poloze. Orientace kužele byla zvolena tak, aby co nejvíce odpovídala tvaru tehdejšího ČSR a velikost zkreslení byla minimální. Rovnoběžkový pás se tedy zúžil z tehdejších 370km na 280km a maximální délkové zkreslení dosahovalo hodnoty +24cm/km. Předchozí hodnota délkového zkreslení byla +42cm/km. Kartografickou rovnoběžkou je rovnoběžka $78^{\circ}30'$. Zmenšením koule o $0,0001 \cdot R$ dostáváme konečné délkové zkreslení v rozmezí - 10 až +14 cm/km. Počátkem celé pravoúhlé rovinné soustavy byl zvolen vrchol kužele. Pro celé území je osa X obrazem poledníku o zeměpisné délce $42^{\circ}30'$ východně od Ferra. Osa Y je kolmicí na osu X, která procházející obrazem vrcholu z kužele. Kladný směr osy X je orientován k jihu a osa Y na západ. Tzn. že všechny souřadnice na území republiky budou mít kladnou hodnotu. Pro každý bod platí $Y < X$. Křovákovo zobrazení navrhl roku 1922 Ing. Josef Křovák. Nevýhodou tohoto zobrazení je, že je použitelný jen pro území našeho státu a nenavazuje na souřadné systémy sousedních států.



Obr. č. 2: Křovákovo zobrazení

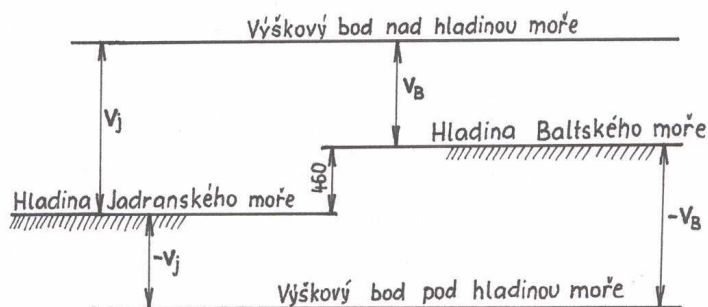
4 VÝŠKOVÉ SYSTÉMY

4.1 Historie výškopisných základů

Počátky kdy byly budovány body výškových polí, spadají do druhé poloviny 19.st., kdy Vojenský zeměpisný ústav ve Vídni začal s budováním výškových polí. Jako základ byla zvolena ploška v Molo Sartoriu v Terstu, která představovala střední hladinu Jaderského moře. V roce 1920 vznikla v ČSR (ČSJNS), která již disponovala dosud určenými nivelačními body. Postupem času v roce 1957 obsahovala již 70 000 bodů. Během druhé světové války, přestal být na krátký čas používán jadranský systém a byl nahrazen systémem Normal Null (N.N), který byl vztažen k bodu v Amsterdamu.

4.2 Výškový systém Bpv

Po skončení 2 světové války se začalo přecházet k jinému výškovému systému, systému Baltskému (Vojenský přístav Kronštat). Díky nově vzniklému výškovému systému však nastal problém s převodem výšek z jaderského do baltského systému. Nejprve vznikl výškový systém baltský-68, kdy se od výšek v jadranu odečítalo 68cm. Později vznikl výškový systém baltský-46, kdy se od výšek v jadranu odečítalo 46cm. Nakonec vznikl jednotný výškový systém Baltský po vyrovnání (Bpv), ve kterém není jednotný rozdíl výšek mezi Jadranským a Baltem. Na našem území je od 1.1.2000 povolen používat jen výškový systém Bpv.

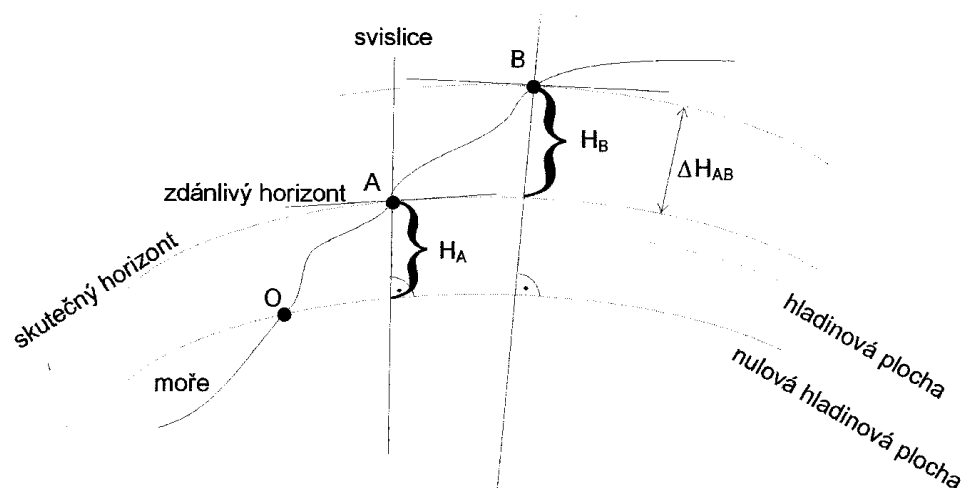


Obr. č. 3: Rozdíl výškových systému Jaderského a baltského

4.3 Základní pojmy výškopisu

Absolutní nadmořská výška je vzdálenost bodu od nulové hladinové (referenční) plochy procházející nulovým výškovým bodem měřená podél svislice. Relativní výška je vzdálenost bodu od jiné hladinové plochy než plochy nulové měřená podél svislice. Převýšení je rozdíl výšek dvou bodů, buďto výšek absolutních nebo relativních, které se vztahují k té samé hladinové ploše.

Na obrázku H_A je absolutní výška, H_B je relativní výška a H_{AB} je převýšení. Referenční plochou je kulová plocha procházející nulovým výškovým bodem O. Zdánlivé horizonty jsou tečny ke skutečným horizontům.



Obr. č. 4: Absolutní výška, relativní výška a převýšení

5 ZAMĚŘOVANÉ ÚZEMÍ

5.1 O obci

Zábřeh je historická obec, nacházející se v moravskoslezském kraji jako místní část obce Ostrava, v k.ú. Zábřeh nad Odrou. Zábřeh tvoří nejsevernější část městského obvodu Ostrava-Jih. Obvod Ostrava-jih se skládá ze 4 částí (Výškovice, Zábřeh, Dubina a Hrabůvka) a patří mezi nejlidnatější část Ostravy. Počet obyvatel tohoto obvodu je přibližně 115 000. Nejstarší dochované záznamy zmiňují ves Zábřeh poprvé v roce 1288. V roce 1652 přešel Zábřeh pod správu olomoucké kapitoly. Velký vliv na vývoj obce mělo především hutnictví např. železářny, které se nacházejí ve vedlejších Vítkovicích. Dále továrna na lepenku, cementárna nebo chemické závody. Později zde vyrostla také cihelna, zpracovávající nejen cihlářské hlíny, ale také slévárenské písky. Tento velký průmyslový rozvoj, však vyvolal změny v demografii a sídelnosti. V 30 letech 20. století se Zábřeh dokonce stal vilovou čtvrtí Moravské Ostravy (Zábřeh-Družstvo). K Moravské Ostravě byl připojen v roce 1924. Mezi nejvýznamnější historické památky patří Kostel Navštívení Panny Marie a Zábřežský zámek.

Znak obvodu Ostrava-Jih byl vytvořen podle původně samostatných obcí. V levém horní poli se nacházejí tři stříbrné kužely, které mají vyjadřovat příslušnost obce k olomouckému biskupství. V pravém horním rohu se nachází v modrém pozadí stříbrné váhy, symbolizující znak Výškovic. Levé dolní pole je pokryto stříbrnou rybou, která se vyskytovala na pečeti Hrabůvky. Čtvrté pravé spodní pole nemá historický význam, ale bylo vytvořeno uměle jako sídlištní zástavba Dubina.

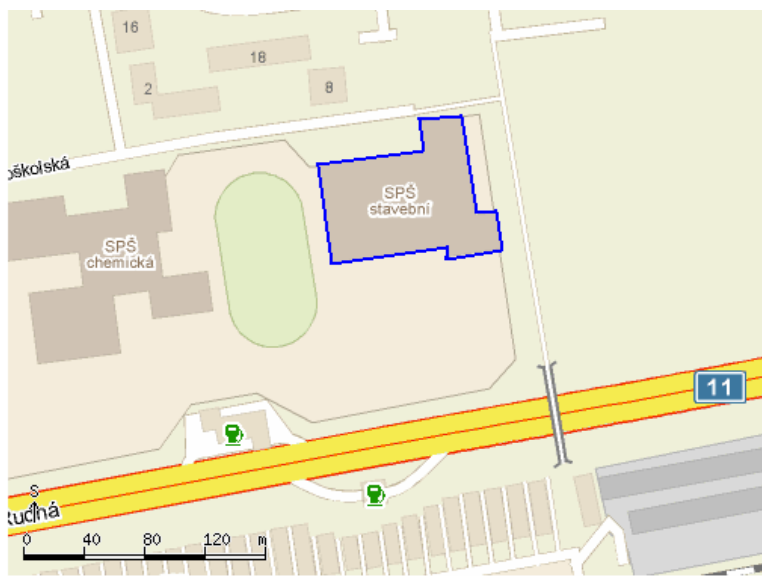


Obr. č. 5: Znak obvodu Ostrava-Jih

Kraj: Moravskoslezský
 Okres: Ostrava-město
 Katastrální výměra: 16,31 km²
 Počet obyvatel: 118 099
 Zeměpisná šířka: 49°47'37.64" s. š
 Zeměpisná délka: 18°15'03.47" v. d.
 Základních sídelních jednotek: 42
 Počet celých místních částí: 5
 Počet celých katastrálních území: 4

5.2 Zájmová oblast

Zájmová oblast leží v obci Ostrava, v místní části Zábřeh. Budova se nachází na úplném konci ulice stredoškolská. Východně od této budovy se nachází rozsáhlá louka, za kterou následuje silnice plzeňská, západně se nachází fotbalové hřiště, střední průmyslová škola chemická a střední odborné učiliště stavební, jižně se nachází silnice rudná a severně zastavěné sídliště.



Obr. č. 6: Lokalizace zájmového území



Obr. č. 7: Letecký pohled na zájmové území

6 TERENNÍ PRÁCE

6.1 Rekognoskace terénu

Před samotným měřením je důležité provést rekognoskaci terénu, která nám výrazně ulehčuje situaci, než začneme se zaměřováním objektu. Při rekognoskaci si musíme správně zvolit rozložení stanovišek, která nám budou tvořit body polohové a výškového bodového pole. Stanoviska je potřeba zvolit tak, aby z každého ze stanovišek bylo vidět na předchozí i následující stanovisko. Dále je potřeba volit stanoviska tak, aby z nich bylo vidět na důležité body zaměřovaného objektu (rohy budov). Volba dobrého umístění stanoviska je potřebná vzhledem k připojení na známé body S-JTSK. Důležitou součástí přípravných prací je zjištění místopisů bodů bodového pole, podle kterých v terénu hledáme známe body (S-JTSK) a stejně tak bodů výškových.

6.2 Stabilizace polygonových bodů

Pojmem stabilizace se rozumí trvalé nebo dočasné upevnění bodu v terénu. Na zpevněných plochách jako jsou komunikace, chodníky byly body stabilizovány měřickými hřeby, označené červeným sprejem. Na nezpevněných plochách (louka) byly body stabilizovány plastovým mezníkem. Prvním polygonovým stanoviskem byl známý bod 4005 a orientace proběhla na další známý bod 4006. Dalšími známými stanovisky byly 4004 a 4003 a poté následovaly stabilizace neznámých stanovišek.

6.3 Příprava stroje na stanovisku

Na každém ze stanovišek je nutno přístroj pro správné a přesné měření důkladně zhorizontovat a zcentrovat. Přístroj upevníme na hlavu stativu pomocí šroubu, který se nachází pod hlavou stativu.

Horizontace znamená přesné urovnání přístroje do vodorovné polohy, což znamená ($L \perp V$ -osa libely je kolmá na osu vertikální). Centrace znamená přesné urovnání přístroje nad bod.

Postup při urovnání přístroje je následující: Přístroj postavíme co nejblíže nad bod, tak aby byl zároveň přibližně ve vodorovné rovině. Pomocí vysouvacích noh stativu urovnáváme krabicovou libelu, zde ještě nemusí být krabicová libela urovnána naprosto přesně, neboť libelu urovnáváme s co nejvyšší přesností až pomocí stavěcích šroubů. Během urovnávání přístroje dojde k menšímu vychýlení přístroje mimo střed bodu. Přístroj urovnáme přesně nad bod, povolením šroubu stativu a posunutím přístroje dle požadovaného směru. Tento postup opakujeme až dosáhneme celkového urovnání. Během celého následujícího měření dáváme pozor, aby se nepohla poloha stativu.

Než přistoupíme k samotnému měření je důležité nastavit výchozí parametry dálkoměru (nastavení jednotek uhlů, délky, teplota tlak aj.) Po správném nastavení parametrů přístroje, může začít samotné měření.

6.4 Měření stanovišek a podrobných bodů

Stanoviska byly zaměřeny metodou v řadách a skupinách, kdy bylo měřeno vždy na předchozí a následující stanovisko. Tato stanoviska sloužila zároveň i jako orientace. Počáteční hodnota měření byla nastavena přibližně na hodnotu 0° a na tomto směru také měření končilo. Pro správnost měření je důležité na každém stanovisku kontrolovat orientace. Neboť součástí měření je i výškopisné zaměření budovy, musela se na každém stanovisku změřit i výška přístroje. Podrobné body byly zaměřeny ze stanovišek, které byly určeny uzavřeným polygonovým pořadem a byly určeny polární metodou, tzn. úhlem a délkou a na každém bodě byla měřena i výška signálu.

6.5 Polní náčrt

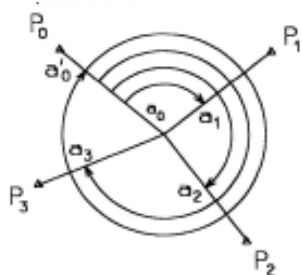
Nezbytnou součástí během celého měření je vedení polního náčrtu. Vedoucí polního náčrtu si vykresluje síť měřických přímek červeně. Celý polní náčrt se vyhotovuje ve vhodném měřítku. Součástí je i zápisník s měřenými hodnotami úhlů a délek (psaná nebo digitální forma). Do náčrtu se zakreslují všechny měřené podrobné body a také naměřené oměrné míry. Náčrt se na konci (adjustuje) tzn. doplňuje se o čísla orientační a popisná, jména vlastníků, čísla parcel aj. Náčrt se orientuje k severu pokud je však stočen, sever se vyznačuje šipkou a příslušným písmenem S. Body číslovány v náčrtu musí souhlasit s čísly bodů na displeji dálkoměru.

7 MĚŘICKÉ METODY– POLOHOPIS

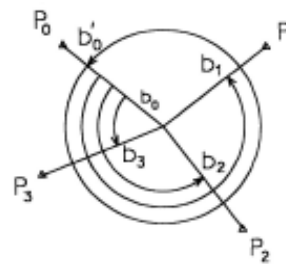
7.1 Polohopis

7.1.1 Měření v řadách a skupinách

Měřická metoda v geodézii používaná velmi často pro svou vysokou přesnost a také pro schopnost eliminace strojových chyb přístroje. Výhodou je také možnost zaměření více směru najednou. Řadou zde nazýváme měření vodorovných úhlů v jedné poloze dalekohledu-měření probíhá jak v první tak v druhé poloze dalekohledu. V první poloze měříme ve směru hodinových ručiček, ve druhé poloze proti směru hodinových ručiček. Skupinou pak nazýváme dvě řady. Podle závislosti jakou kvalitou chceme mít určen výsledný směr měření, se rozhodujeme o počtu skupin. Čím více skupin tím větší přesnost. Na počátku každé skupiny se nastavuje jiné počáteční čtení, z důvodu nestejnomyšerného dělení kruhu. V první skupině se nastavuje na počáteční směr hodnota 0° při měření v každé další skupině se čtení posunuje o hodnotu $2R/n$ (kde n je počet skupin).



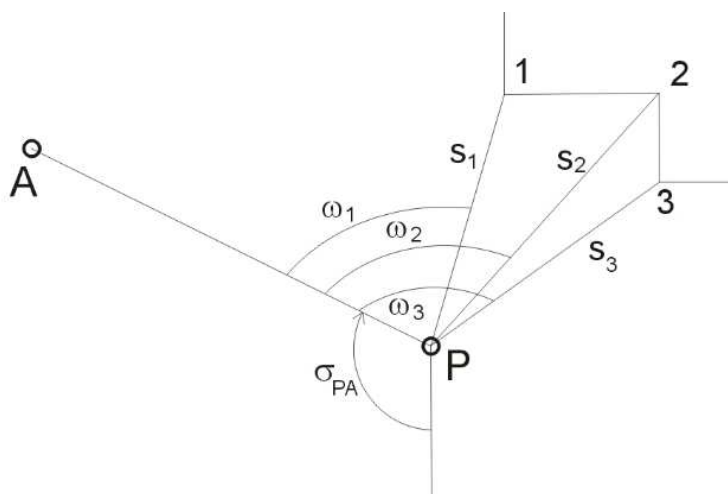
Obr. č.9: I. poloha dalekohledu



Obr. č.10: II. poloha dalekohledu

7.1.2 Polární metoda

Metoda používaná pro zaměřování polohopisu podrobných bodů. Polohu bodů určujeme pomocí polárních souřadnic (vodorovným úhlem a délkou) měřených od stanoviště k podrobnému bodu. Podrobné body se zaměřují ze stanoviště, kdy orientační směr nastavíme na známý bod od kterého měříme vodorovný úhel k podrobnému bodu. Stanoviště rozlišujeme na pevná a volná.



Obr. č.11: Polární metoda

$$\begin{aligned} Y_1 &= Y_{P+S1} * \sin \delta_{P1} \\ X_1 &= X_{P+S1} * \cos \delta_{P1} \\ \delta_{P1} &= \delta_{P,A} + \omega_1 \end{aligned}$$

7.1.3 Polygonové pořady

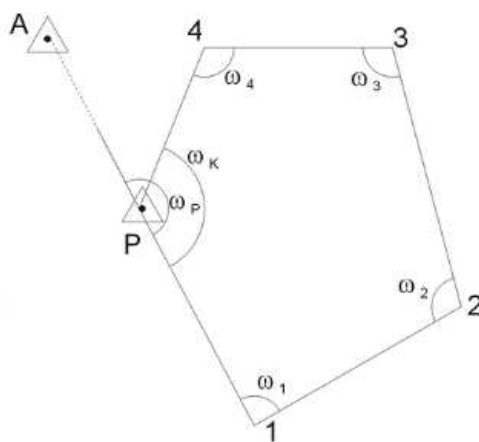
Polygonové pořady používáme pro určení souřadnic bodů podrobného polohového bodového pole. Jedná se o metodu, kdy je potřeba určit body přesnou metodou měření tzn. v řadách a skupinách.

Existuje několik druhů polygonových pořadů. V případě zaměření budovy SPŠ stavební v Ostravě-Zábřehu byl použit polygon uzavřený, což znamená, že polygon začíná a končí na stejném bodě. V každém polygonovém pořadu měříme levostranné vodorovné úhly a vzdálenost.

7.1.3.1 Rozdělení polygonových pořadů

Dalšími typy polygonových pořadů jsou: volný polygonový pořad, vetknutý polygonový pořad, polygonový pořad oboustranně připojený a jednostranně orientovaný, polygonový pořad oboustranně polohově připojený a oboustranně orientovaný a nepřímo připojený polygonový pořad

7.1.3.2 Uzavřený polygonový pořad



Obr. č.12: Uzavřený polygon

Dáno: $P(y,x)$, $A(y,x)$

Měříme: ω_P , ω_1 , ω_2 , ω_3 , ω_4 , ω_K , S_{P1} , S_{12} , S_{23} , S_{34} , S_{4P}

Úhlové vyrovnání:

Počet všech neznámých bodů značíme jako n , proto bude i s bodem P platit $m = n+1$

$$\sum_{i=1}^{n+1} \omega_i = (n-1) * 2R \quad \text{nebo} \quad \sum_{i=1}^{n+1} \omega_i = (n+3) * 2R$$

Tohoto výsledku však vlivem měřických chyb nedosáhneme, spočítáme tzn. úhlový uzávěr.

$$O\omega = (n-1) * 2R - \sum_{i=1}^{n+1} \omega_i \quad \text{nebo} \quad O\omega = (n+3) * 2R - \sum_{i=1}^{n+1} \omega_i$$

Úhlový uzávěr porovnáme s dovolenou odchylkou $\delta\omega$. Pokud je spočtená odchylka v absolutní hodnotě větší než dovolená, v měření nastala chyba, pokud odchylka vyhovuje provedeme úhlové vyrovnání (rozdělíme odchylky rovnoměrně na všechny úhly krom úhlu ω_P , není vrcholovým úhlem).

$$\delta_\omega = \frac{O\omega}{n+1}$$

$$\varpi_i = \omega_i + \delta_\omega, \text{ pro } i = (1..n+1)$$

Výpočet směrnic:

$$\sigma_{P1} = \sigma_{PA} + \omega_P$$

$$\sigma_{12} = \sigma_{1P} + \omega_1 = \sigma_{P1} + \omega_1 - 2R$$

Obecně platí:

$$\sigma_{I.I+1} = \sigma_{Pa} - i * 2R + \sum_{j=0}^i \omega_j$$

Výpočet souřadnicových rozdílů:

$$X_i = X_P + \sum_{j=1}^i s_{j-1,j} * \cos \sigma_{j-1,j}$$

$$Y_i = Y_P + \sum_{j=1}^i s_{j-1,j} * \sin \sigma_{j-1,j}$$

Vlivem měřických chyb dochází k souřadnicovým odchylkám O_x, O_y , počítáme polohovou odchylku O_p .

$$O_y = \sum_{i=1}^n \Delta Y_{i-1,i}$$

$$O_x = \sum_{i=1}^n \Delta X_{i-1,i}$$

$$O_p = \sqrt{O_x^2 + O_y^2}$$

Souřadnicové vyrovnání:

Odchylky nerozdělujeme rovnoměrně, ale rozdělujeme poměrně délkám stran. Větší opravu budou mít delší strany.

$$oY_{i-1,i} = \frac{O_y}{\sum_j |\Delta Y_{j-1,j}|} * |\Delta Y_{j-1,j}|$$

$$oX_{i-1,i} = \frac{O_x}{\sum_j |\Delta X_{j-1,j}|} * |\Delta X_{j-1,j}|$$

$$\overline{\Delta X_{i-1,i}} = \Delta X_{i-1,i} + oX_{i-1,i} = s_{i-1,i} * \cos \overline{\omega_i} + oX_{i-1,i}$$

$$\overline{\Delta Y_{i-1,i}} = \Delta Y_{i-1,i} + oY_{i-1,i} = s_{i-1,i} * \sin \overline{\omega_i} + oY_{i-1,i}$$

Výsledné souřadnice:

$$X_i = X_p + \sum_{j=1}^i \overline{\Delta X_{j-1,j}}$$

$$Y_i = Y_p + \sum_{j=1}^i \overline{\Delta Y_{j-1,j}}$$

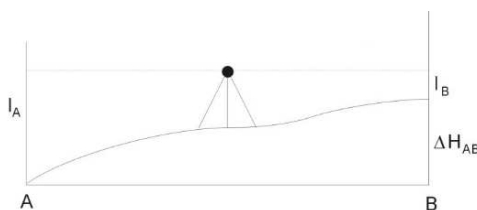
7.2 Výškopis

7.2.1 Geometrická nivelace

Geometrická nivelace je metodou měření výškopisu, kdy určujeme převýšení mezi dvěma body. K měření používáme nivelačních přístrojů buďto libelových, kompenzátorových nebo digitálních. Nivelační přístroj nám během měření vytyčuje vodorovnou záměrnou přímkou k bodům. Na každém z bodů se staví svisle postavená lať, na které odečítáme příslušná čtení. Geometrickou nivelaci lze rozdělit na dva způsoby měření: nivelaci ze středu a nivelaci vpřed.

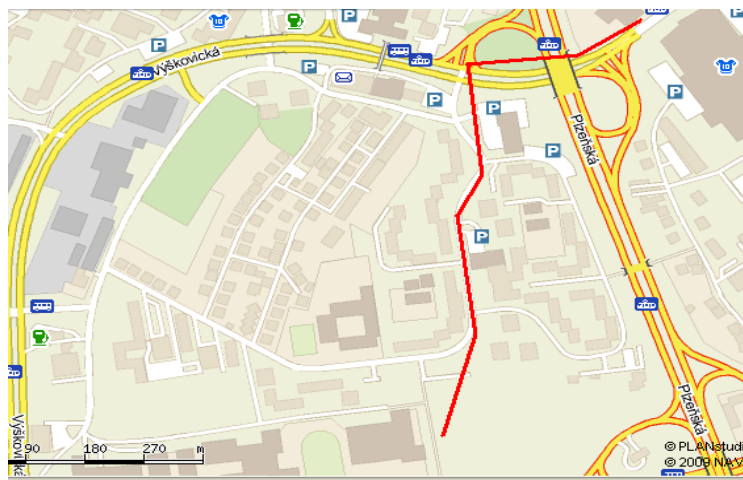
7.2.1.1 Geometrická nivelace ze středu

Princip geometrické nivelace ze středu je určení převýšení mezi dvěma body. Nivelační přístroj postavíme doprostřed mezi dva vybrané body. Na bodech jsou postaveny nivelační latě, na kterých odečítáme čtení. Přístrojem vytyčujeme vodorovnou záměru, která vytne úseky na latích l_A a l_B . Převýšení se určí ze vzorce: $\Delta H_{AB} = H_B - H_A = l_A - l_B$.



Obr. č. 13: Geometrická nivelace ze středu

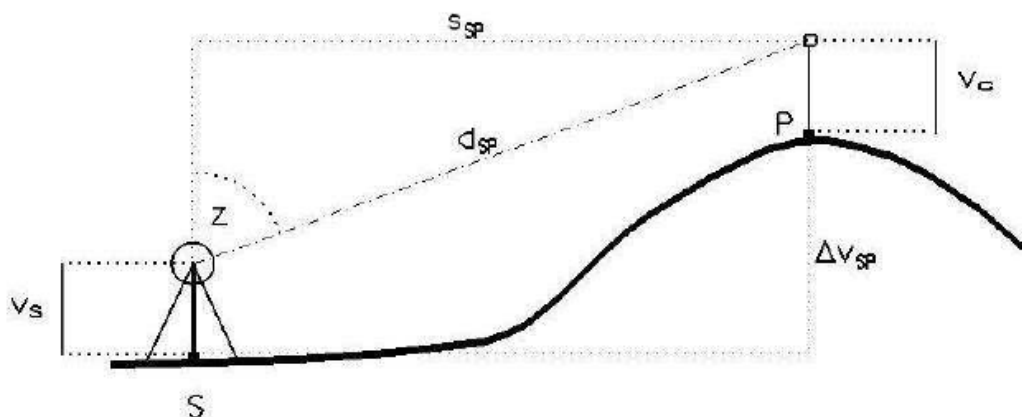
Samotný nivelační tah začínal na známém výškovém bodě Ge 13-17 na ulici ruská a pokračoval přes další známý výškový bod Ge 13-18.1 a končil na stabilizovaném polygonovém bodě 4005. Trasa nivelačního tahu je ukázána na obr.14.



Obr. č. 14: Nivelační tah

7.2.2 Trigonometrické určení výšky

Trigonometrické určování výšek a převýšení spočívá na základě řešení v trojúhelníku s uvážením fyzikálních vlastností Země. Při měření výšky měříme vodorovnou nebo šikmou délku a svislý úhel. Délku můžeme určit přímo nebo z naměřených hodnot. Při měření délek je nutno počítat s vlivem chyby ze zvednutí zdánlivého horizontu a chyby z refrakce. Tyto chyby se však projeví jen při měření, kdy vzdálenost je větší než 200m.



Obr. č. 15: Trigonometrické určení výšky

$$V_p = V_s + v_s + d_{sp} \cdot \cos(z) - v_c = V_s + v_s + s_{sp} \cdot \sin(z) - v_c$$

S..známá výška bodu(stanovisko)

P..určovaný bod

V_s ..výška stanoviska

V_p ..výška určovaného bodu

v_s ..výška stroje

v_c ..výška cíle

s_{sp} ..vodorovná vzdálenost

d_{sp} ..šikmá vzdálenost

z ..zenitový úhel

7.3 Polohopis i výškopis

7.3.1 Tachymetrie

Rychlá měřická metoda současně zobrazující jak polohopis tak výškopis. Používá se pro mapy velkých měřítek 1:500 – 1:5000 a měříme ji přístroji nazývanými tachymetry, které umožňují měření délek, vodorovných a výškových úhlů. Tachymetr je jakýkoliv teodolit vybavený svislým kruhem a dálkoměrnými ryskami. Zaměřením každého bodu určujeme jeho prostorovou polohu vzhledem ke stanovišti měření, kdy známe polohu a výšku stanoviště. Polohu každého bodu určíme pomocí polárních souřadnic (vodorovná délka a vodorovný úhel) a trigonometrickým měřením výšky. Pro každý bod musí být měřena šikmá vzdálenost, vodorovný a výškový úhel.

7.3.1.1 Rozdělení tachymetrie

Tachymetrii dělíme podle použitého tachymetru na: nitkovou tachymetrii, tachymetrii s elektronickým tachymetrem a blokovou tachymetrii. Další rozdělení tachymetrie je na tachymetrii číselnou - polohopis a výškopis vytváříme z naměřených číselných údajů a tachymetrii grafickou - polohopis a výškopis kreslíme při měření v terénu. Pro tachymetrická měření můžeme v podstatě použít každý úhloměrný přístroj, kterým můžeme měřit vodorovné a výškové úhly a v neposlední řadě disponuje vhodným typem dálkoměru.

7.3.1.2 Tachymetrie s použitím elektronického tachymetru

Při této metodě měření používáme elektronické tachymetry s odrazným hranolem nasunutým na trasírce. Narozdíl od nitkové tachymetrie měření s pomocí el. tachymetru se vyznačuje vyšší přesností naměřených délek a přístrojovým vybavením. U délkového měření je to s přesností na 1-3cm, záleží na vhodné signalizaci bodu a velkým dosahem měření- až 3km. Stanoviště jsou tvořena polygonovým pořadem, kdy je nutná viditelnost mezi sousedními stanovišti. Touto metodou byla také zaměřena budova SPŠ stavební v Ostravě Zábřehu.

8 VLASTNÍ VÝPOČTY

8.1 Uzavřený polygon

Uzavřený polygonový pořad byl spočten v geodetickém programu groma

Zadané body- 4006 (Y: 473862,21 X: 1105443,29 Z: 240,02)

4005 (Y: 473865,67 X: 1105363,38 Z: 233,09)

Orientace osnovy na bodě 4005:

Bod	Hz	Směrník	V or.
4006	0.0000	397.1746	0.0000

Naměřené hodnoty:

Bod	Směrník	S zpět D vpřed	S vpřed D zpět	Úhel D	V úhlu Dp - Dz
397.1746					
4005		0.0000	176.8315	176.8315	0.0000
174.0061		76.014	76.014	76.014	0.000
4004		0.0000	130.8446	130.8446	0.0000
104.8507		76.221	76.221	76.221	0.000
4003		0.0000	218.9324	218.9324	0.0000
123.7831		41.088	41.088	41.088	0.000
4007		0.0000	77.3295	77.3295	0.0000
1.1126		61.163	61.163	61.163	0.000
4008		0.0000	196.2883	196.2883	0.0000
397.4009		64.715	64.715	64.715	0.000
4009		0.0000	102.4072	102.4072	0.0000
299.8081		70.559	70.559	70.559	0.000
4010		0.0000	184.5334	184.5334	0.0000
284.3415		64.946	64.946	64.946	0.000
4011		0.0000	144.2985	144.2985	0.0000
228.6400		21.398	21.398	21.398	0.000
4005					

Parametry polygonového pořadu:

 Typ pořadu : Uzavřený
 Délka pořadu : 476.104m
 Odchylka Y/X : -0.008m / 0.023m
 Polohová odchylka : 0.024m
 Největší / nejmenší délka v pořadu : 76.221m/ 21.398m
 Poměr největší / nejmenší délka : 1:3.56
 Max. poměr sousedních délek : 1:2.98
 Nejmenší vrcholový úhel : 77.3295g

VÝŠKOVÝ VÝPOČET POLYGONOVÉHO POŘADU

Bod1	Bod2	Z tam	Z zpět	dH tam	dH zpět	dH	V dH
4005	4004	99.9730	100.0232	0.10	0.10	0.10	0.00
4004	4003	100.2396	99.7584	-0.34	-0.34	-0.34	0.00
4003	4007	99.7789	100.2437	0.17	0.19	0.18	-0.01
4007	4008	99.7348	100.2667	0.17	0.18	0.18	0.00
4008	4009	99.6348	100.3579	0.36	0.35	0.35	0.01
4009	4010	100.0233	99.9560	-0.06	-0.08	-0.07	0.02
4010	4011	100.1156	99.8919	-0.06	-0.05	-0.05	-0.01
4011	4005	101.3714	98.6455	-0.36	-0.36	-0.36	-0.01

Výškový uzávěr: 0.01

Výškové vyrovnání

Bod1	Bod2	dH	dH vyr	V dH
4005	4004	0.10	0.10	0.00
4004	4003	-0.34	-0.34	0.00
4003	4007	0.18	0.18	0.00
4007	4008	0.18	0.18	0.00
4008	4009	0.35	0.35	0.00
4009	4010	-0.07	-0.07	0.00
4010	4011	-0.05	-0.05	0.00
4011	4005	-0.36	-0.36	0.00

Tabulka č.3 : Vypočtené polygonové body

Bod	Y	X	Z
4004	473895.85	1105295.63	233,19
4003	473971.85	1105289.83	232,79
4007	474010.10	1105274.83	233,04
4008	474011.17	1105335.99	233,22
4009	474008.53	1105400.70	233,57
4010	473937.97	1105400.46	233,50
4011	473874.97	1105384.65	233,45

Test polygonového pořadu:

Polohová odchylka [m]: Skutečná hodnota: 0.044, Mezní hodnota: 0.209
Mezní délka pořadu [m]: Skutečná hodnota: 476.104, Mezní hodnota: 1500.000
Mezní délka strany [m]: Skutečná hodnota: 76.221, Mezní hodnota: 400.000
Mezní poměr délek : Skutečná hodnota: 1:2.98, Mezní hodnota: 1:3.00

8.2 Výpočet nivelace

Tabulka č.4: Niveláčnický záznamník

záměra		Čtení na lati			Výška	
Z bodu	Na bod	Vzad	Stranou	Vpřed	Srovnávací roviny	Bodu
Ge13-17		0850			232,823	231,973
1	1	1243 ⁻¹		1884	232,181	230,939
2	2	1140		1823	231,498	230,358
3	3	1550 ⁻¹		1954	231,093	229,544
Ge13-18.1	Ge13-18.1	0833		0874	231,052	230,219
4	4	1756 ⁻¹		1626	231,181	229,426
5	5	1531		0937	231,775	230,244
6	6	2348 ⁻¹		1039	233,083	230,736
7	7	2368		1227	234,224	231,856
8	8	1430 ⁻¹		1832	233,821	232,392
Lampa 29	Lampa 29	1405		1462	233,764	232,359
9	9	1718		1680	233,802	232,084
10	10	1402 ⁻¹		1621	233,582	232,181
Lama 98	Lampa 98	1472		0987	234,067	232,595
11	11	1536 ⁻¹		1162	234,440	232,905
	4003		1650			232,79
4004	4004	1409		1251	234,598	233,189
	4005			1508		233,09
4005		1509 ⁻¹			234,598	233,09
4004	4004	1200		1409	234,389	233,189
1	1	1167 ⁻¹		1450	234,105	232,939
Lampa 98	Lampa 98	1075		1509	233,670	232,596
2	2	1706 ⁻¹		1581	233,794	232,089
3	3	1609		1652	233,751	232,142
Lampa 29	Lampa 29	1452		1390	233,813	232,361
4	4	1311 ⁻¹		1362	233,761	232,451

záměra		Čtení na lati			Výška	
Z bodu	Na bod	Vzad	Stranou	Vpřed	Srovnávací roviny	Bodu
5	5	0233 ⁻¹		2087	231,906	231,674
6	6	1262		1920	231,248	229,986
7	7	1309 ⁻¹		1588	230,968	229,660
Ge13-18.1	Ge13-18.1	0879		0749	231,098	230,219
8	8	2120		1420	231,798	229,678
9	9	1823 ⁻¹		1290	232,332	230,508
10	10	1702		1222	232,813	231,111
	Ge13-17			0840		231,973

$$\Sigma \text{ vzad} = 44,348$$

$$\Sigma \text{ vpřed} = 44,334$$

$$\delta_h = \Sigma \text{ vzad} - \Sigma \text{ vpřed} = 44,348 - 44,334 = 0,014 \text{ m} = 14 \text{ mm}$$

$$\delta_h = 14 \text{ mm (odchylka v měření)}$$

$$\Delta_h = 40 \cdot \sqrt{L} = 40 \cdot \sqrt{L} = 40 \cdot \sqrt{2,4} = 62 \text{ mm (dovolená odchylka)}$$

$$\Delta_h = 62 \text{ mm}$$

$$\delta_h < \Delta_h \text{ ..dovolená odchylka splněna}$$

L..délka nivelačního tahu tam i zpět

9 POUŽITÉ PŘÍSTROJE

9.1 Elektronický tachymetr Leica TCR 307

Leica TCR je elektronický tachymetr určený pro jednoduché geodetické práce. Tento přístroj je ideální pro běžné geodetické práce a pro úlohy vytyčování. Přístroj disponuje nekonečnou jak vertikální tak horizontální ustanovkou. Dále je vybaven laserovou olovnicí pro dostředění přístroje. Přístroj dále umožňuje měření i bez odrazného hranolu pomocí laserového paprsku.



Obr. č. 16: Elektronický tachymetr Leica TCR 307

Technické parametry přístroje:

Tabulka č. 5

Dalekohled	
Zvětšení	30x
Nejkratší vzdálenost záměry	1,7m
Zorné pole	1°30′

Tabulka č. 6

Kompenzátor	
Dvojosý, kapalinový	
Rozsah urovnání	4′(0,7mgon)
Přesnost urovnání	2′′(0,07mgon)

Tabulka č. 7

Laserová olovnice	
Přesnost	0,8mm/1,5m
Průměr laserové stopy	2,5mm/1,5m

Tabulka č. 8

Měření úhlů	
Jednotky	360°šedesátinné, 400gon, 360°desetinné, 6400mil, V%
Přesnost odečítání	7'', 2mgon
Nejmenší zobrazovaná jednotka	1'', 0,0005mgon

Tabulka č. 9

Citlivost libely	
Krabicová libela	6''/2mm
Elektronická libela	20''/2mm

Tabulka č. 10

Teplotní rozsah	
Provozní	-20°C až +50°C
Registrace	
Vnitřní paměť, kapacita	256kb= 4000datových bloků nebo 7000 souřadnic

9.2 Nivelační přístroj NI 025

Podle způsobu urovnání záměrné přímky (osy) rozdělujeme nivelační přístroje na libelové, kompenzátorové a laserové. Nivelační přístroj NI 025 je kompenzátorový přístroj používaný pro technickou nivelaci. Výhodou kompenzátorových přístrojů oproti libelovým je až 50% úspory času.



Obr. č.17: Nivelační přístroj NI 025

10 ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT

10.1 Export dat

Všechny naměřená data byla importována z elektronického tachymetru do počítače pomocí datového kabelu a dále byly tato data zpracovávány v geodetických programech.

10.2 Zpracování dat v geodetických programech

Všechny výpočty byly provedeny v geodetických programech groma a kokeš. Získané protokoly a výstupy jsou součástí příloh této bakalářské práce. Výpočty byly nejprve prováděny v programu groma, do kterého jsme nejprve vložili naměřená data a s těmito daty dále pracovali. Byl zde také vypočten polygonový pořad a souřadnice všech podrobných bodů i s jejich výškami. Program groma slouží ke geodetickým výpočtům. Program obsahuje jednoduchou grafiku a možnost zpracovat data ve formátu různých záznamníků. Tyto data lze zpracovávat dávkově nebo jednotlivými metodami.

Do programu kokeš byly poté tyto body importovány a zhotovila se kresba dané situace. Systém kokeš zahrnuje výkonný editor rozsáhlých geografických dat uložených souborově ve výkresech a nejrozličnějších rastrových podkladech a geodetické údaje o bodech uložených v seznamech souřadnic. Dále obsahuje moduly pro zpracování měření z terénu, geodetické a konstrukční výpočty, nástroje na kontroly a topologické úpravy dat a další. Program je vhodný pro všechny běžné geodetické práce a pro tvorbu a údržbu mapových děl. Pro některé speciální úlohy jsou určeny jeho další nadstavby. Systém kokeš je vybaven vlastním programovacím jazykem, což umožňuje doplnění jeho široké nabídky funkcí podle vlastních potřeb. Všechny operace a výpočty jsou ukládány do protokolu a odpovídají požadavkům katastrálních úřadů.

11 ZÁVĚR

Výsledkem mé bakalářské práce bylo zhotovení polohopisné a výškopisné situace velkého měřítká zobrazující danou situaci. Během celého měření a dalšího zpracování jsem se snažil využít všech poznatků získaných při studia na hornicko-geologické fakultě. Také při samotném zaměřování objektu jsem se snažil dodržovat co nejvyšší přesnost měření, pro co nejpřesnější vyhodnocení situace.

V zadané oblasti byla použita tachymetrická metoda a měřeno bylo elektronickým tachymetrem. Požadavky na samotné měření proběhly v předepsaném pořadí, kdy nejprve byla provedena rekognoskace terénu, poté vytvoření bodového pole s následnými stabilizacemi stanovisek. Z jednotlivých stanovisek pak byly zaměřovány podrobné body. Výsledkem celé práce byl pak grafický výstup dané situace.

Během celého měření jsem postupoval maximálně samostatně, proto je celá tato bakalářská práce od samotného zaměřování situace až po konečné vyhodnocení velkým přínosem v oblasti geodézie. Vytvořený grafický výstup může sloužit jako učební pomůcka na SPŠ stavební v Ostravě-Zábřehu, kde se také vyučuje studijní program geodézie.

POUŽITÉ ZDROJE:

Knihy:

- [1] Schenk J., CSc.: Geodézie, skripty VŠB-TUO Ostrava, 2005
- [2] Kubečka, E.: Geodézie a důlní měřictví, VŠB v Ostravě, 1992
- [3] Fišer, Z; Vondrák, J.: Mapování II. Brno, VUT V Brně, 2004

Vyhlášky:

- [3] ČSN 01 3410 – Mapy velkých měřítek, kreslení a značky
- [5] Vyhláška č.31/1995 Sb. v aktuálním znění

www zdroje:

- [6] http://www.ovajih.cz/view_list.php?section=212
- [7] <http://igdm.vsb.cz/>
- [8] <http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html-old/ch08.html>
- [9] <http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch11.html>
- [10] <http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch02.html>
- [11] hgf.unas.cz/mereni_vysek.doc
- [12] <http://www.gepro.cz/geodezie-a-projektovani/kokes/>
- [13] <http://stav-ova.cz/historie.php>

SEZNAM OBRÁZKU:

- [1] Geoid
- [2] Křovákovo zobrazení
- [3] Rozdíl výškových systému Jadranského a baltského
- [4] Absolutní výška, relativní výška a převýšení
- [5] Znak obvodu Ostrava-Jih
- [6] Lokalizace zájmového území
- [7] Letecký pohled na zájmové území
- [8] Výřez katastrální mapy
- [9] I. poloha dalekohledu
- [10] II. poloha dalekohledu
- [11] Polární metoda
- [12] Uzavřený polygon
- [13] Geometrická nivelace ze středu
- [14] Niveláčnický tah
- [15] Trigonometrické určení výšky
- [16] Elektronický tachymetr Leica TCR 307
- [17] Niveláčnický přístroj NI 025

SEZNAM TABULEK:

- [1] Parametry vybraných elipsoidů
- [2] Střední poloměr křivosti elipsoidu
- [3] Vypočtené polygonové body
- [4] Nivelační zápisník
- [5-10] Technické parametry přístroje

SEZNAM PŘÍLOH:

- [1] Areál SPŠ stavební
- [2] Polygonový pořad
- [3] Vypočtené podrobné body
- [4] Místopisy bodů polygonu
- [5] Místopisy nivelačních bodů
- [6] CD-Rom